

台灣蜆(*Corbicula fluminea*)

自淨力之探討

高中組生物科第一名

宜蘭縣私立中道中學

作者：周威廷、謝政佐

指導教師：陳讚昌、黃雅惠

一、研究動機

一次戶外教學中，我們在河裡發現台灣蜆（俗稱蜆仔）的蹤跡，並尋問生物老師有關蜆類的生活習性及其攝食方式（陳，1990），那時才明瞭台灣蜆在濾食時，可能同時也會過濾水中之雜質，進而加速水的淨化速率；如果真是如此，那麼將可利用此生物來做污水處理處理法』，因此乃設計此實驗來做進一步探討。

二、研究目的

- （一）瞭解污水在有蜆類存在和無蜆類存在時，淨化速率及程度之差異。
- （二）研究蜆類對污水淨化的能力。

三、研究設備器材

沙，台灣蜆(*Corbicula fluminea*)，圓形玻璃水缸長、寬、高各30公分的水缸，攪拌器，照相設備，游標尺，測量尺，自製濁度計，光敏電阻，三用電表保護龍板，快乾膠，日光燈一盞，100ml量筒，滴管，濾紙，漏斗，電子秤，烘乾箱，50ml燒杯，迴紋針，15公分直尺。

四、研究過程或方式

- （一）觀察污水在蜆類存在及無蜆類存在時，淨化速率及程度之比較：
 - 1.器材：沙，台灣蜆數批，圓形玻璃水缸2個，打氣機，攪拌器。
 - 2.實驗方式：
 - (1)準備2個圓形玻璃水缸內置2公分沙和7公分水，用攪拌器各攪拌使水渾濁

後，A組不放置蜆，B組則放置40個蜆。

(2)每隔15分鐘觀察並照相紀錄。

(二) 蜆類對污水淨化之能力：

本項實驗利用兩種不同的方式來測定。

1. 重量法：

藉由測量水中懸浮物的重量觀察蜆的自淨力。

(1)器材：100ml量筒10支，滴管10支，濾紙一盒，漏斗10支，電子秤1檯，烘乾箱1部，50ml燒杯10個，台灣蜆數批，圓形玻璃水缸5個，沙。

ㄅ.將6張濾紙放入烘乾箱中以150℃烘乾。

ㄆ.準備圓形玻璃水缸內置2公分沙和7公分水，加以攪拌使水渾濁後，靜置5分鐘，依次放入0，40，60，80個蜆。

ㄇ.以滴管自步驟ㄆ的水缸中，相同深處分別從水缸中各取出50ml的水，用步驟ㄅ的濾紙將之過濾，等過濾完成，把濾紙拿至烘乾箱烘乾後，再秤其重量(W_0)並紀錄。

ㄋ.150分鐘後重複步驟ㄇ，把濾紙拿至烘乾箱烘乾、秤重(W_1)並紀錄。

2. 濁度法：

藉由測量水的濁度觀察蜆的自淨力。

此部分之研究，以三種不同的實驗方法，檢測蜆類對污水的淨化能力，其方法簡述如下：

(1)以自製濁度計測濁度：

ㄅ.器材：沙，台灣蜆數批，圓形玻璃水缸5個，打氣機，游標尺，照相設備，攪拌器，自製濁度計，迴紋針，15公分直尺1把，鑰匙圈鐵環。

ㄆ.實驗方式：

(ㄅ)自製濁度計的製作與使用：

利用15公分直尺，鑰匙圈鐵環及迴紋針製成濁度計（如圖一的裝置）：先將迴紋針剪成2段，交叉後用快乾膠固定於鐵環上，再將鐵環固定於尺的0公分（或15公分）處，然後於交叉點上作一個黑點的記號，以此作為能見度的辨識點。

(ㄆ)準備4個圓形玻璃水缸內置2公分沙和7公分水，用攪拌器攪拌5分鐘使水渾濁後靜置，A組放置



圖（一）：自製濁度計。

20個蜆，B組放置40個蜆，C組放置60個蜆，D組放置80個蜆（以下將以A,B,C,D簡稱各組）。

(□)每隔15分鐘，將自製濁度計由液面往下放入水缸中，用肉眼觀察，以能看到辨識點（黑點）為準，並記錄此時尺上的刻度，當作能見度（單位：公分）而後照相存証。

(□)分別求A-D組其三次實驗由開始混濁至完全澄清（此時能見度為7cm）所需的平均時間（分別以 t_A 、 t_B 、 t_C 、 t_D 表示），乘以各組個數再除水體體積(V)即得各組蜆的淨化速率（分別以 P_A 、 P_B 、 P_C 、 P_D 表示）。將四組淨化速率之和(P_S)再除以4即得平均淨化速率(AP)，其公式如下：

$$\rightarrow 1 \text{個蜆的平均淨化速率}(AP) = P_S \div 4$$

$$P_S = P_A + P_B + P_C + P_D \text{ (四組淨化速率之和)}$$

$$P_A = V_A / (t_A \times 20) \text{ (20個蜆之平均淨化速率)} ;$$

$$P_B = V_B / (t_B \times 40) \text{ (40個蜆之平均淨化速率)} ;$$

$$P_C = V_C / (t_C \times 60) \text{ (60個蜆之平均淨化速率)} ;$$

$$P_D = V_D / (t_D \times 80) \text{ (80個蜆之平均淨化速率)} ;$$

$$\text{水體體積}(V) = 10 \times 10 \times \pi \times 7 = 700\pi \text{ cm}^3$$

註：圓形水缸之半徑長為5公分

(2)以光敏電阻測濁度：

ㄅ.器材：光敏電阻5個，三用電表5個，保麗龍板，保麗龍板刀，沙，台灣蜆數批，長、寬、高各30公分的水缸5個，快乾膠，照相設備，日光燈一盞。

ㄆ.實驗方式：

(ㄅ)將光敏電阻固定在水缸15公分處，把三用電表（調至20K Ω ）貼置其上，而後將保麗龍板置於水缸後面（如圖二的裝置）。



圖（二）：以光敏電阻測濁度。



圖 (三)：雷射筆 + 光敏電阻

(ㄨ)準備長、寬、高各30公分的水缸內置2公升的沙和8公升的水，加以攪拌混合後，分別放入0、20、40、60及80個蜆。

(ㄐ)靜置5分鐘後，以15分鐘為間隔，分別紀錄各水缸的電阻值並拍照紀錄。

(3)結合雷射筆與光敏電阻測濁度：

ㄡ.器材：雷射筆5支，光敏電阻5個，三用電表5個，保麗龍板，保麗龍板刀，沙，台灣蜆一批，長、寬、高各30公分的水缸數個，快乾膠，照相設備，樹脂，鐵架。

ㄨ.實驗方式：

(ㄡ)將光敏電阻用快乾膠固定於各水缸高15公分處，再把三用電表貼置其上調至20K Ω 。

(ㄨ)將雷射筆固定於(ㄡ)之裝置的對面（水缸高15公分處），並調整其位置，使雷射光恰好打在光敏電阻上（如圖三的裝置），並紀錄此時的數值。

(ㄐ)準備長、寬、高各30公分的水缸內置2公升的沙和8公升的水，加以攪拌混合後，靜置5分鐘，依次放0、20、40、60及80個蜆。

(ㄔ)在無外來光源的狀況下，每隔15分鐘紀錄一次其電阻值的變化。

五、研究結果與討論

(一) 污水在蜆類存在及無蜆類存在時淨化速率及程度之比較：

經靜置4小時後，結果顯示有蜆類的水缸，無論在淨化速率或淨化程度上，皆比無蜆類的水缸來的快及乾淨。40個蜆的水缸於90分鐘即澄清，而無蜆類的水缸於4小時後仍然混濁不清。探討其原因，主要因素有下列幾點：

1. 無蜆類的水缸之所以在靜置4小時後仍渾濁不清，可能因水中含有許多不同的懸浮物而干擾光在水中行進，甚至使視深都受限制，而懸浮物之大小則可從



圖(三)：雷射筆+光敏電阻

(ㄨ)準備長、寬、高各30公分的水缸內置2公升的沙和8公升的水，加以攪拌混合後，分別放入0、20、40、60及80個蜆。

(ㄗ)靜置5分鐘後，以15分鐘為間隔，分別紀錄各水缸的電阻值並拍照紀錄。

(3)結合雷射筆與光敏電阻測濁度：

ㄅ.器材：雷射筆5支，光敏電阻5個，三用電表5個，保麗龍板，保麗龍板刀，沙，台灣蜆一批，長、寬、高各30公分的水缸數個，快乾膠，照相設備，樹脂，鐵架。

ㄨ.實驗方式：

(ㄅ)將光敏電阻用快乾膠固定於各水缸高15公分處，再把三用電表貼置其上調至20K Ω 。

(ㄨ)將雷射筆固定於(ㄅ)之裝置的對面（水缸高15公分處），並調整其位置，使雷射光恰好打在光敏電阻上（如圖三的裝置），並紀錄此時的數值。

(ㄗ)準備長、寬、高各30公分的水缸內置2公升的沙和8公升的水，加以攪拌混合後，靜置5分鐘，依次放0、20、40、60及80個蜆。

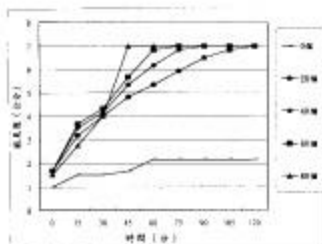
(ㄘ)在無外來光源的狀況下，每隔15分鐘紀錄一次其電阻值的變化。

五、研究結果與討論

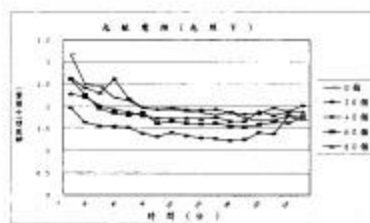
(一) 污水在蜆類存在及無蜆類存在時淨化速率及程度之比較：

經靜置4小時後，結果顯示有蜆類的水缸，無論在淨化速率或淨化程度上，皆比無蜆類的水缸來的快及乾淨。40個蜆的水缸於90分鐘即澄清，而無蜆類的水缸於4小時後仍然混濁不清。探討其原因，主要因素有下列幾點：

1. 無蜆類的水缸之所以在靜置4小時後仍渾濁不清，可能因水中含有許多不同的懸浮物而干擾光在水中行進，甚至使視深都受限制，而懸浮物之大小則可從



圖五

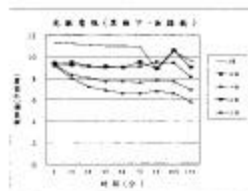


圖六

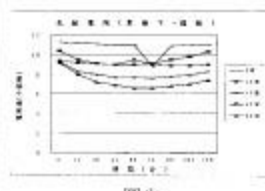
2. 濁度法：藉由測量水的濁度觀察蜆的自淨力：

(1) 以自製濁度計測濁度：

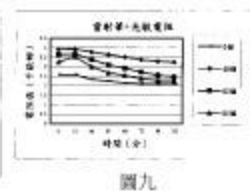
由實驗我們紀錄到，污水在蜆類的存在下較快速澄清，且個數愈多其澄清所須的時間愈短，其實驗成果如圖五所示。圖中X軸代表時間（每隔15分鐘紀錄一次）Y軸代表濁度計紀錄到的刻度（公分）。由圖可以發現，D組（80個蜆）於45分鐘可使污水達到最大能見度（7公分），C組（60個蜆）於60分鐘可使污水達到最大能見度，B組（40個蜆）於75分鐘可使污水達到最大能見度，A組（20個蜆）於115分鐘可使污水達到最大能見度。此結果說明蜆類對污水的淨化程度與蜆類個數成正相關，且自淨的程度隨著時間日益澄清，並於最大澄清後持續維持著，不再返回污濁的狀態。利用自製濁度計測量蜆的自淨，方便又迅速，但因為以肉眼判斷，易產生誤差，且不同的觀察者也有認定上的差異存在，為了克服此一問題，我們設計下一組檢測方法。



圖七



圖八



圖九

(2) 以光敏電阻及結合雷射筆與光敏電阻測濁度：

以自製濁度計測量蜆的自淨，易發生人為誤差，為克服此一問題，我們改用光敏電阻檢測濁度的變化。在污水濁度高時，水中存有許多懸浮物質，因此電阻值偏高，但經過自然沉澱及蜆類的淨化，水中的懸浮物會大量減少，所以電阻值便逐漸下降，我們利用此一原理，把電阻值變化視為濁度的變化，以檢測蜆類的自淨力。由於實驗過程皆以三用電表作紀錄，不但能減少人為誤差，同時可以量

化並能提高實驗的精確性。在實驗設計的開始，先是一個透光實驗室下進行，所得電阻值有明顯下降，但因外界陽光強弱會干擾電阻值的測量。經討論後，將實驗移入暗室中（藉由實驗室的布幕，阻隔外來光線），控制光源由上方打出，所得的數值較先前穩定，當實驗持續進行至90分鐘時，電阻值有逐漸回升的現象發生；討論後，可能與背景的黑暗有關，於是在水缸後面放置白色保麗龍板改善此一問題，但電阻值仍有回升的現象。因此考慮光源問題，其改善方法是在各光敏電阻之固定位置的對面設一雷射筆（唯一光源），使光源直接打在光敏電阻上（此實驗仍在暗室中進行），由實驗結果（如圖九所示）發現，電阻值回升的問題可獲得相當的改善。由上述結果可知，實驗過程無論在暗室或非暗室下進行，其結果都有電阻值隨著時間而逐漸下降的趨勢，且在蜆類存在下，可使淨化效果更為顯著。

六、研究總結

清澈見底的小溪，魚群悠遊其間，不僅是現代人所嚮往的，也是身為環保人的我們所需共同擔負的責任。在工業污染、家庭廢水處理不當下，致使許多小溪、河川變得污濁且時有異味發出，令人惋惜不已。蜆類的自淨研究，或許能為污水的處理方式開啓另一扇窗戶。此方式是透過蜆類本身的濾食作用，使污水中的懸浮物質沉澱下來，而使水質澄淨。以肉眼仔細觀察，還可以發現蜆的周圍有許多小小圓圓的顆粒物，而這些顆粒物正是蜆類吐沙的結果，也是污水變乾淨的主要原因。蜆類能縮短污水淨化的時間，如果能進一步探討其淨化的機制（究竟透過分泌何種物質？經由什麼樣的步驟處理？使懸浮物沉澱）、其使物質沉澱的原理、其使之沉澱的物質究竟為何及蜆類的致死因子有那些？……或許能為原油外漏、整治淡水河、愛河等污染問題提供另一種方法（零污染、快速、經濟、有效）。而本實驗的重點在於利用數種方法檢測蜆類對污水的淨化能力，一方面藉此研究證實蜆類確實有淨化污水的作用，二方面也藉此研究找出蜆類對污水淨化作用的量化方法。而由實驗的結果顯示，我們認為結合雷射筆與光敏電阻的方法較佳，不但降低人為誤差，同時可以把環境中的影響因素減到最低程度，並能夠把濁度的變化加以量化，至於電阻值的變化與實際蜆的自淨速率究竟存在什麼樣的關係，則有待進一步的研究。

七、參考資料

陳讚昌（1990），台灣產臺灣蜆之生物學及族群判定研究，國立台灣大學漁

業研究所碩士論文。

鍾金湯（1994），環境與污染，華香園出版社。

評語

(1)本研究計畫，討論蜆對濁水淨化速率，其原理為利用蜆之攝食習性，在濾食過程同時達到過濾水中之雜質，達到污水淨化的目的，具實用價值。

(2)本計畫之實驗方法及設備具創新；利用自製濁度計進行目測，並用雷射筆與光敏電阻，測定水中之濁度，其實驗設計，具原創新性及實用價值。

